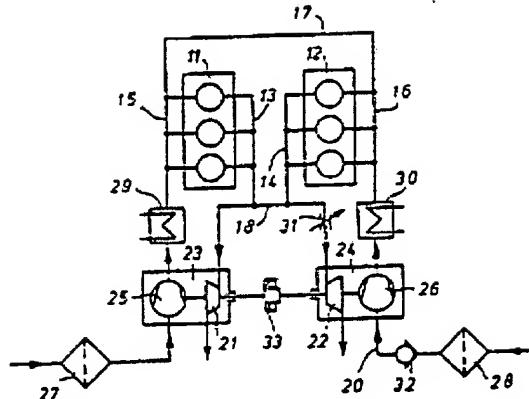


## Internal combustion engine

**Patent number:** DE3101623  
**Publication date:** 1982-10-21  
**Inventor:** ARPA GERHARD (DE)  
**Applicant:** MOTOREN TURBINEN UNION (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F02C6/12; F02D23/00  
- **european:** F02B37/007  
**Application number:** DE19813101623 19810120  
**Priority number(s):** DE19813101623 19810120

### Abstract of DE3101623

A plurality of exhaust gas turbochargers which operate in parallel and can be activated and deactivated individually together bring about the charging of the internal combustion engine at rated power. At partial power of the internal combustion engine, in each case a number of exhaust gas turbochargers which corresponds to the momentary supply of exhaust gas is switched on. The other deactivated exhaust gas turbochargers (24) are subsequently activated as the partial power increases and in order to achieve fault-free operation are coupled by means of a device (33), for example an electrical induction machine, to the exhaust gas turbochargers (23) which are already operating, as soon as their speeds of revolution have become approximated to one another to a predetermined degree.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Express Label No.  
EV343684022US

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3101 623 A 1

⑯ Int. Cl. 3:

F02C 6/12

F 02 D 23/00

DE 3101 623 A 1

⑯ Anmelder:

MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH,  
7990 Friedrichshafen, DE

⑯ Erfinder:

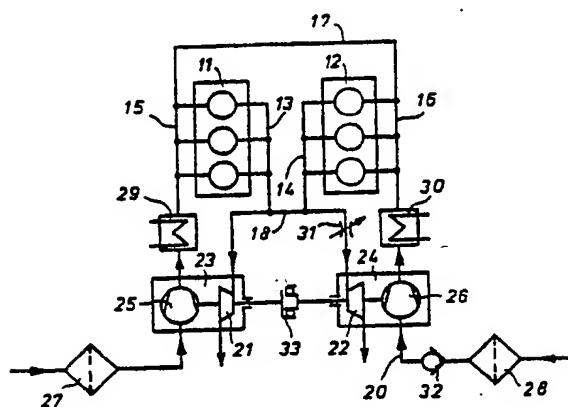
Arpa, Gerhard, 8990 Lindau, DE

⑯ Aktenzeichen:  
⑯ Anmeldetag:  
⑯ Offenlegungstag:

P 31 01 623.5  
20. 1. 81  
21. 10. 82

⑯ Brennkraftmaschine

Mehrere parallel arbeitende, einzeln zu- und abschaltbare Abgasturbolader bewirken bei Nennleistung gemeinsam die Aufladung der Brennkraftmaschine. Bei Teilleistung der Brennkraftmaschine ist jeweils eine dem augenblicklichen Abgasangebot entsprechende Anzahl Abgasturbolader eingeschaltet. Die stillgesetzten übrigen Abgasturbolader (24) werden bei wachsender Teilleistung nacheinander zugeschaltet und zur Erzielung eines störungsfreien Betriebes durch eine Vorrichtung (33), z.B. eine elektrische Drehfeldmaschine, mit den bereits laufenden Abgasturboladern (23) gekuppelt, sobald sich ihre Drehzahlen auf ein vorbestimmtes Maß angenähert haben. (31 01 623)



Express Label No.  
EV343684022US

DE 3101 623 A 1

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION  
FRIEDRICHSHAFEN GMBH  
Friedrichshafen

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Brennkraftmaschine mit Aufladung durch mehrere parallel geschaltete, einzeln zu- und abschaltbare Abgasturbolader, die zusammen für den Abgas- und Luftmassendurchsatz der Brennkraftmaschine bei Nennleistung ausgelegt sind und bei Teilleistung der Brennkraftmaschine eine dem augenblicklichen Abgasangebot entsprechende Anzahl Abgasturbolader eingeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils der bei wachsender Teilleistung zugeschaltete Abgasturbolader (24) mit den bereits laufenden Abgasturboladern (23) durch eine Vorrichtung (33) gekuppelt wird, sobald sich ihre Drehzahlen auf ein vorbestimmtes Maß angenähert haben.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an jedem Abgasturbolader (23, 24) eine elektrische Drehfeldmaschine angeordnet ist, dessen Läufer mit der Welle des Abgasturboladers verbunden ist, und die Wicklungen der Ständerpakete aller elektrischer Drehfeldmaschinen untereinander in leitender Verbindung stehen.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgasturbolader (23, 24) durch Freiläufe gekuppelt sind.

15.01.81  
gri-kj

8050 ...

Express Label No.  
EV343684022US

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION  
FRIEDRICHSHAFEN GMBH  
Friedrichshafen

Brennkraftmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Mit der Erfindung wird bezweckt, den Betrieb von Brennkraftmaschine und den ihr zugeordneten Abgasturboladern bei optimalen Bedingungen sicherzustellen.

5. Bei den mit Abgasturbo-Aufladung arbeitenden Brennkraftmaschinen ist die Drehzahl des zugehörigen Abgasturboladers der Motordrehzahl nicht unmittelbar zugeordnet. Die Drehzahl eines Abgasturboladers ergibt sich aus dem Gleichgewichtszustand zwischen der aus dem Abgasmassenstrom resultierenden Turbinenleistung und der für den Ladeluftmassenstrom erforderlichen Verdichterleistung. Es handelt sich um sogenannte freilaufende Abgasturbolader.

10 Bei einer bekannten Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art hat sich gezeigt, daß von einem bestimmten Leistungsniveau der Brennkraftmaschine an beim Zuschalten eines weiteren Abgasturboladers, dessen Drehzahl sich nicht gleichmäßig der Drehzahl der bereits laufenden anderen Abgasturbolader nähert, um dann synchron mitzulaufen, sondern es kommt vielmehr zu einem Überschwingen der Drehzahl des zugeschalteten Abgasturboladers. Günstigefalls klingen die Drehzahlpendelungen in einem gewissen Zeitraum in das von den anderen Abgasturboladern vorgegebene Drehzahlniveau aus.

15.01.81  
gri-kj

8050 ...

Express Label No.  
EV343684022US

In ungünstigen Fällen wird durch den zugeschalteten Abgasturbolader aber eine derartige Drehzahl-Unstabilität verursacht, daß die bereits laufenden Abgasturbolader ebenfalls zu großen Drehzahlpendelungen angeregt werden, ohne daß es zu einem Ausklingen der Pendelungen kommt. Diese Drehzahlpendelungen, deren Amplitude pro Sekunde 25 bis 30 % der Nenndrehzahl erreichen können, sind erst durch das Abschalten des auslösenden Abgasturboladers wieder zu unterbinden. Die auftretenden Überdrehzahlen und die raschen Drehzahlwechsel stellen für die Abgasturbolader aber eine ernsthafte Betriebsgefährdung dar, weil bei häufigem Auftreten eine rasche Materialermüdung erfolgt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen störungsfreien Betrieb einer Brennkraftmaschine mit mehreren zu- und abschaltbaren Abgasturboladern zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit dem kennzeichnenden Merkmal von Patentanspruch 1 gelöst. Die weitere Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich mit dem Merkmal von Patentanspruch 2 bzw. 3.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile liegen insbesondere darin, daß Materialermüdungen an den rotierenden Teilen der Abgasturbolader infolge von häufig auftretenden Überdrehzahlen vermieden werden, und daß die durch die Drehzahlpendelungen des oder der Abgasturbolader verursachte zeitweise mangelhafte Ladeluftversorgung der Brennkraftmaschine unterbunden wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachstehend näher beschrieben.

15.01.81  
gri-kj

8050 ...

Express Label No.  
EV343684022US

Es zeigen

Figur 1: Brennkraftmaschine mit zwei Abgasturboladern;

Figur 2: Drehzahlverlauf der Abgasturbolader ohne Erfindungsanwendung;

5 Figur 3: Drehzahlverlauf der Abgasturbolader mit Erfindungsanwendung.

Die beiden Zylinderreihen 11 und 12 einer Brennkraftmaschine sind mit je einer Abgassammelleitung 13 bzw. 14 und mit je einer Ladeluftleitung 15 bzw. 16 versehen.

10 Die beiden Ladeluftleitungen 15 und 16 sind durch eine Leitung 17, die beiden Abgassammelleitungen 13 und 14 durch eine Leitung 18 verbunden. Die Abgassammelleitungen führen zu je einer Abgasturbine 21 und 22 von zwei Abgas- 15 turboladern 23 bzw. 24. Die Abgasturbinen treiben Verdichter 25 und 26 an. Diese saugen die Ladeluft über Ansaugluftfilter 27 bzw. 28 an und drücken sie über Ladeluftkühler 29 und 30 in die Ladeluftleitungen 15 bzw. 16.

20 Zwischen der Abgassammelleitung 14 und der Abgasturbine 22 ist eine stellbare Abgasklappe 31 angeordnet, mit der die Abgaszufuhr zur Abgasturbine 22 abgesperrt werden kann. In der Saugleitung 20 des Verdichters 26 ist ein Rückschlagventil 32 angeordnet, daß in der Saugleitung 20 eine Luftströmung in Richtung Verdichter 26 zuläßt, eine entgegengesetzte Luftströmung jedoch verhindert. 25 Dieses Rückschlagventil 32 kann z. B. als Rückschlagklappe ausgebildet sein und wird durch den Druck in der Saugleitung betätigt.

30 Beim Anlassen der Brennkraftmaschine und in allen Betriebsbereichen, in denen nur kleine Abgasmengen anfallen, z. B. im Leerlauf und Teillastbetrieb, ist die Abgasklappe 31 geschlossen und die Brennkraftmaschine wird nur mit dem Abgasturbolader 23 aufgeladen. Die vom Verdichter 25 gelieferte Ladeluft strömt in die Ladeluftleitungen 15 und 16 und gelangt über den Ladeluftkühler 30 und die Beschaukelung des Verdichters 26 des Abgas-

## . 5.

turboladers 24 bis an das Rückschlagventil 32, das durch den Ladeluftdruck geschlossen wird und ein Entweichen der Ladeluft verhindert. Dadurch herrscht vor und hinter der Beschaufelung des Verdichters 26 derselbe Druck.

5 Wenn mit steigender Belastung und/oder mit steigender Drehzahl das Abgas-Angebot der Brennkraftmaschine größer wird und schließlich das Schluckvermögen der Turbine 21 des Abgasturboladers 23 übersteigt, muß der zweite Abgasturbolader 24 zugeschaltet werden. Dies erfolgt in einfacher Weise durch Öffnen der Abgasklappe 31. Die durch die Turbine 22 strömenden Abgase können in sehr kurzer Zeit den Abgasturbolader 24 beschleunigen, weil der Verdichter 26 noch keine Luft fördert und dementsprechend keine Förderarbeit aufzubringen ist. Erst wenn der Verdichter 26 auf Grund seiner Drehzahl in der Lage ist, einen höheren Druck als den gerade vorhandenen Ladedruck zu erzeugen, wird das Rückschlagventil 32 durch den Unterdruck in der Saugleitung 20 geöffnet und die Förderung von Luft setzt ein. Mit Öffnen des Rückschlagventils 32 in der Saugleitung 20 wäre der Zuschaltvorgang an sich abgeschlossen. Es hat sich aber gezeigt, daß beim Zuschalten Drehzahl-Unstabilitäten in Form von Drehzahlpendelungen bei beiden freilaufenden Abgasturboladern 23, 24 auftreten. In günstigen Fällen sind die Drehzahlen nach wenigen Pendelungen synchron und die Brennkraftmaschine kann in gewohnter Weise mit beiden Abgasturboladern in allen Betriebsbereichen mit großem Abgasanfall betrieben werden.

10 Bei einem ungünstigen Verlauf eines Zuschaltvorgangs hören die Pendelungen aber nicht auf. Der Drehzahlverlauf zweier Abgasturbolader für einen solchen ungünstigen Zuschaltvorgang ist in Figur 2 dargestellt. Mit 34 ist der Drehzahlverlauf des Abgasturboladers 23 bezeichnet, der, wie vorstehend beschrieben, zunächst das gesamte Abgas der Brennkraftmaschine erhielt. Zum Zeit-

15

20

25

30

35

15.01.81  
gri-kj

8 0 5 0 ...

Express Label No.  
EV343684022US

. 6.

punkt 36 wird Abgasturbolader 24 durch Öffnen der Abgas-  
 klappe 31 zugeschaltet. Seine Drehzahl 35 nimmt rasch  
 zu, übersteigt jedoch die Drehzahl von Abgasturbolader  
 23. Dessen Drehzahl 34 fällt indessen etwas ab, da sich  
 durch das Zuschalten des weiteren Abgasverbrauchers ein  
 momentaner Abgasmangel ergibt. In weiterer Folge tritt  
 bei beiden Abgasturboladern 23, 24 ein Drehzahlpendeln  
 ein, das erst ausklingt, wenn Abgasturbolader 24 durch  
 Schließen der Abgasklappe 31 wieder abgeschaltet wird.

10 Ein sicheres Synchronisieren der Drehzahl des zugeschalteten Abgasturboladers 24 mit der des bereits laufenden wird durch eine Vorrichtung 33 erreicht, mit der die Läufer der beiden Abgasturbolader 23, 24 kuppelbar sind. Bei fluchtenden Läuferachsen besteht die Vorrichtung 33 bei-  
 15 spielsweise aus einem Freilauf oder einer anderen schaltbaren mechanischer Verbindung. Sind die Abgasturbolader 23, 24 voneinander räumlich getrennt an der Brennkraft-  
 maschine angeordnet, so kann die Vorrichtung 33 aus Kurz-  
 schlußläufer und Ständerpaket mit Wicklung einer elek-  
 20 trischen Drehfeldmaschine bestehen. Dabei ist dann an der Welle jedes Abgasturboladers ein Läufer einer elektrischen Drehfeldmaschine angeordnet und die Wicklungen der zugehörigen Ständerpakte stehen untereinander in leitender Verbindung.

25 Der Drehzahlverlauf zweier Abgasturbolader, wie er sich mit Einbau der Vorrichtung 33 ergibt, ist in Figur 3 dar-  
 gestellt. Die zunächst mit zunehmender Abgasproduktion der Brennkraftmaschine ansteigende Drehzahl 34 von Ab-  
 30 gasturbolader 23 geht mit Zuschalten von Abgasturbola-  
 der 24 im Zeitpunkt 36 etwas zurück. Zum Zeitpunkt 37, an dem sich die beiden Drehzahlkurven schneiden, wird die Vorrichtung 33 automatisch oder gesteuert wirksam und verhindert die Ausbildung von Drehzahlpendelungen. Vom Zeitpunkt 37 an verlaufen beide Drehzahlen synchron.

3101623

5

7.  
Eine von außen steuerbare Vorrichtung 33, z. B. eine  
füll- und entleerbare hydrodynamische Kupplung, müßte  
nur für den relativ kurzen Zeitraum vom Zuschalten des  
Abgasturboladers 24 bis zum Erreichen einer dem Abgas-  
angebot der Brennkraftmaschine entsprechenden Beharrungs-  
drehzahl aktiviert sein.

15.01.81  
gri-kj

8050

Express Label No.  
EV343684022US

8.  
Leerseite

Express Label No.  
EV343684022US

